

超高位図的言語処理システムにおける
変換機構の一実現法

4F-11

柳 純一郎 西川 博昭 浅田 勝彦 寺田 浩詔

大阪大学工学部

1. まえがき

本稿に述べる超高位図的言語処理システムは、それ自体の開発支援環境にもまた一貫した図的言語処理概念を導入した実現法を採用している(1)。

本稿では、システムの開発支援に必須となる、目的に応じた変換の記述を与えれば汎用の図的言語処理機能を果たす、変換機構の一実現法について述べる。

2. 図的言語処理の汎化とその形式的表現法

本超高位図的言語処理システムにおける核機能として、図的記述処理機能を取り上げ、図的言語に対する多様な処理を統一的に扱う汎用の処理機構の実現法をまず検討した。その結果、i) 処理の汎化を可能とする変換の概念を導入した表現手法を与えると共に、ii) 目的に応じて変換の記述を与えれば自動的に処理可能となる手段を提供する実現方式が有効であることが明らかになった。

図的言語変換処理は本来、初期構造から目的とする構造を得る為に、特定の構造を発見し、所望の構造に換える置換処理として捉えられる。従って本研究では、変換の表現に、部分構造の置換の概念を導入した。更に、置換の形式的表現である置換規則の集合に基づく図的言語変換の超言語の定式化を試み、処理の形式的表現法の見通しが得られた為、変換の暫定的な記述形式とした。

置換規則は、適用部分の構造を示す照合グラフと、置換後の部分構造を示す置換グラフ、及び、部分構造と周囲の接続を示す埋込み指定からなる構成によって形式化した。又、置換規則は加法性を持ち、個々に定めた置換規則の和集合によって定義される超言語記述にまで、原理的な安全性の保証の見通しが得られた為、超言語記述生成への加法的な手法の導入を検討している。

更に、本超高位図的言語処理システムの簡便な実現手法の一環として、変換機構を応用した図的構築手法の導入によって、開発支援環境自体に自己増殖的な発展性を付与する手法を検討した。即ち、本システムの機能自体を図的言語で記述し、副作用の生じない図的中间言語(2)への変換を用いた実行方式の採用によって、拡張性に富む言語処理システムの構築が可能となる。

3. 図的言語変換処理の実行手法

変換の記述(Description)により処理が規定された図的言語変換機構(Transformation Mechanism)の実行に、超言語の解釈実行系(Interpreter)として機能する機械的な置換機構(Replacement Mechanism)を用いる手法を採用した(図1)。又、実現される置換機構には、対象図式の規模に可能な限り依存しない効果的な実行が要請される為、高度並列処理システムを実行環境に想定し、変換に内在する並列性を損なわないデータ構造およびアルゴリズムを用いた置換機構の実現法を検討した。

図的言語を扱うデータ構造の選択の検討において、関係データ構造は、演算の完備性に加え、タプル間の独立性により、並列再帰動作モード(3)(4)を用いた極めて効果的な並列処理可能性の見通しが得られたので、関係データ構造を用いた処理を採用した。

更に、置換のアルゴリズムの表現形式として、並列性を保存し得る超高位図的言語が導入されねばならない。しかし、核機能の立ち上げ段階では、並列処理構造を陽に表現する図的データ駆動言語(Diagrammatical Data-Driven Language; D³L)(2)によりアルゴリズムを記述した(図2)。その結果、関係データ構造を取扱えるD³L処理系の構築による、高度並列処理される変換機構の実現の見通しを得た。

機械的な置換処理のアルゴリズムとして、①処理対象より照合グラフに適合する部分構造集合を検索し(照合)、②置換グラフで置き換え、③埋込み指定に従い周囲の構

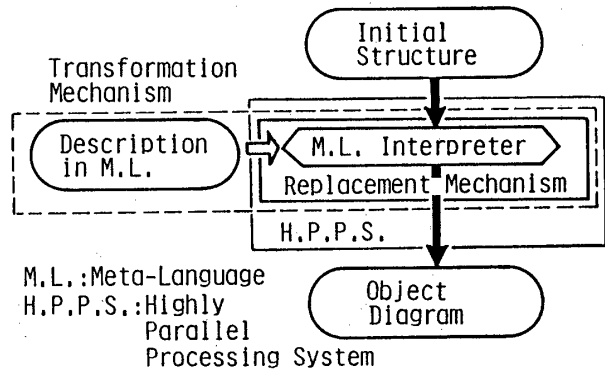


図1. 変換機構の構成

造と結合する処理を設定した。

照合処理は、検索対象のグラフ (GRAPH) と照合の基点となる節点 (MATCH-NODE) を入力とし、まずこれらを照合する (NODE-MATCHING)。残りの照合グラフに、その結果発見された節点に接続する構造を照合する必要がある為、基点に接続する節点を新たな基点として (NEXT-NODE)、照合処理を再帰的に適用する (NEXT-MATCHING)。

又、照合可能な構造が複数発見されたときは、候補が発見されなくなるまで (NO-MATCH)、それ以後の照合を候補毎に独立に行う (MATCHING)。即ち、照合を典型的な並列再帰として処理する。図2に、関係データのタプル水準の処理を含めた、照合の処理概念を示す。又、照合グラフが非連結であるとき、連結成分毎に独立して照合し、その結合処理を行う。照合は、置換規則では最も並列性を必要とすると予測されるが、本手法は、照合グラフの規模と候補数に見合う並列処理を実現可能としている。

置き換え処理では、照合部分を分離し、置換グラフに従い新しい部分構造を生成する。この処理では、それぞれの部分構造に対し独立に行ない、部分構造の数に見合った並列処理を可能とした。

埋込み処理は、置き換えにより生成された部分構造と、処理対象外であった周囲の構造を、埋込み指定に応じて結合する。このとき、適切な後処理を行うことで、複数部分の埋込みの独立処理が可能なが半明している。

以上のようなアルゴリズムの採用により、①照合グラフの規模と置換個所の個数に見合う並列性を有する実行が実現され、更に、並列性が考慮された関係演算の導入の結果、②対象図式の規模に見合う並列性が生じる。又、アルゴリズムは図的に表現されており、変換機構を用い

て部分計算処理などが実行できる為、③変換機構自体の自己増殖的な開発手法が提供できる。

現在は、置換のアルゴリズムの検証と並列性の定量的な解析を目的とした変換機構のプロトタイプを、既存の関係演算システム上で実現している。

4. むすび

本稿では、置換処理に基づいた図的言語変換機構の実現手法を明らかにすると共に、データ駆動形高度並列処理システムでの実行を示した。本変換機構の適用例として、構造記述として信号流れ図を、動作記述として状態遷移図を取り上げ、実行水準への変換の記述を行い、本手法の適用可能性についての明るい見通しを得た。今後は超言語の拡張と、システムの全ての図的言語処理に対する記述への適用の検討を行う。

謝辞 本研究に関し討論および種々の援助を頂いた大阪大学工学部寺田研究室の各位に感謝する。本研究の一部は、文部省科学研究費 (一般B, 61460137, 試験2, 61850063, 奨励A, 61750334) の援助を受けて行ったものである。

参考文献

- (1)西川他: "超高位図的言語処理システムの設計思想",
- (2)西川他: "履歴依存性を許すデータ駆動図式", 信学論(D) J66-D, 10, pp. 1169-1176 (昭58-10).
- (3)岩田他: "超高位図的言語処理システムにおける単位処理機構の一構成法",
- (4)松下他: "超高位図的言語処理システムの一構成法", (参考文献(1)(3)(4)は情報処理学会第33回 (昭和61年後期) 全国大会予稿集セッション4F収録論文である。)

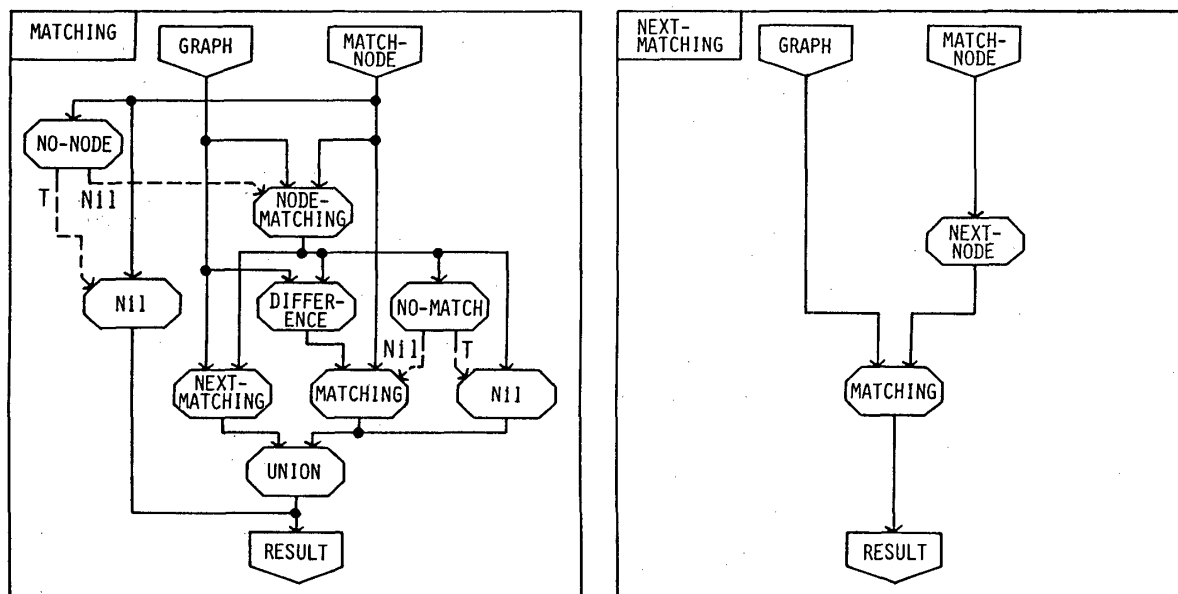


図2. アルゴリズムの記述例 (照合)